

## 論壇

### 生層序学の時代

斎藤常正

〒981-0933 仙台市青葉区柏木2丁目3-17-424

### The age of biostratigraphies

Tsunemasa Saito

Kashiwagi 2 Chome 3-17-424, Aoba-ku, Sendai, Japan, 981-0933

20世紀後半の50年、古生物学の関連研究分野の中でもっとも目ざましい進歩を遂げたのは、生層序学であると私は感じている。その進歩は、まさにこの半世紀を“生層序学の時代”とも呼べるほどに、数々の成果が生み出された。さらに、その成果は、地球科学の他の関連分野の研究にも影響を与えて生層序学の重要性を広く研究者に実感させるようになった。

生層序学の時代の幕開けをつくったのは、1960年代に開始された海洋底の研究である。それがきっかけとなって、長く陸域の岩層のみに限られてきた生層序学の研究が地球の表面の70%を占める海洋域に広がることになった。海洋底堆積物をつくる主な粒子は、放散虫、浮遊性有孔虫、石灰質ナノプランクトン、珪藻など、微小なプランクトンの殻である。海洋底の堆積物について、これらプランクトンの微化石を用いた生層序区分が樹立され、堆積層の生成の順序を汎海洋的な規模と比較し、年代尺度を目盛ることが可能となった。さらに、放散虫のように、生物群として系統の存続期間が長い微化石については、海洋盆から再び大陸の岩層へと、生層序の研究が広げられ、顕生代のほぼ全層序が、放散虫化石帯の連続で体系化されるようになった。

一方、プランクトンのなかで、炭酸カルシウムでできた殻をもつ、浮遊性有孔虫、石灰質ナノプランクトンについては、殻中の酸素、炭素の安定同位体注目して、同位体比を測定することにより、過去の海洋の海水温度や光合成によって固定される炭素量の変動などを復元する、同位体層序学という関連研究分野も樹立された。このような研究を通じて、生層序学は、ミランコヴィッチ・サイクルという、過去の海洋の海水温の変化や生物生産量の変動が、太陽と地球との軌道要素に規制されているという理論の検証にも貢献することができた。

また、海洋底の生層序学は、海洋地殻に記録された地磁気極性逆転の周期を、年代尺度の上に位置づけることを可能にした。その後、地磁気極性逆転の研究が進んで、海嶺中軸からの距離を基準に年代を求める、古地磁気年代学が進展すると、生層序単元自体を、最小20万年という解像力で、年代の目盛りで刻むことに成功した。

この小文に、生層序学とその関連科学分野の50年間の成

果を詳細にレビューする余白はない。それよりも、この論壇では、異分野との交流を通じて、生層序学の術語や方法論に対して、どのような改変が示唆されたかをとりあげ議論のテーマとしたい。

### Planktonic vs. Planktic

国際古生物学協会 (IPA) は、Lethaia という機関誌を出版して、協会員に論文発表の場を提供している。スウェーデンのウプサラ大学の Anders Martinsson は、この雑誌の創設以来の編集長を20年以上にわたってつとめた。彼は、1975年、この雑誌に“編集長のコラム”を設け生物学や地質学の術語が正しくつくられているかをチェックする論評をはじめた。その最初の論評で、検討の対象に選ばれたのが planktonic, nektonic, benthonic の3語であった (Martinsson, 1975)。これらの語が選ばれた背景には、1960年代の後半に始まった、堆積層の生層序区分へのプランクトンの化石 (Planktonic microfossils) の応用があったことが推察される。その頃、“浮遊性微化石”を扱う論文が数多く発表されるようになって、この微小な殻をもつ“プランクトン”の語が生層序学の論文に頻繁に現れるようになっていた。

Martinsson は、これら3つの形容詞のそれぞれは、名詞 plankton, nekton, benthos からつくられた語であるから語が正しくつくられているかどうかの判断は、名詞の構造を語源にさかのぼって解析することが必要だと言う。最初の語についてみると、“plankt-”が語幹で、“-on”は中性単数主格名詞をつくる語尾である。そこで、語尾“-ic”を加えて名詞を形容詞にする時には、重なる語尾である“-on”の部分を名詞からとりはずすべきで、そこでプランクトンの正しい形容詞形は planktic になると結論する。

このような“言葉の十字軍”にも譬えられる主張は、生層序学の研究者の間では、benthic については即座にうけ入れられ、planktic については人によって賛否が分かれて、今日に至っている。Martinsson 自身についても、“編集長のコラム”の中で言葉をつづいてとりあげることはなかった。また術語を語源にさかのぼって正否を判断するという提案も、生層序学や古生物学の分野から外に広がることもな

かった。たとえばITや電子技術の分野で使われるElectronicの語は、Electronic mail (E-mail) や Electronicsの用語として健在である。

科学誌 Nature には、plankticの語の綴りを選択する論文が多く掲載された(たとえば Mercer, 1978; Muir *et al.*, 1979)。そして、1993年、英語のバイブルとも目される Oxford English Dictionary は、その補遺シリーズ (Simpson and Weiner, eds.) の中に plankticの語を追加し、そこでは、planktonic と planktic が等値の単語として、並列して記されるようになった。Martinsson が期待したような、二つのうち、どちらかが他方を排除するという結果にはならなかった。生層序学の時代が生み出した「正しい術語への運動」、それがもたらした混乱はどう評価すべきなのだろうか。

### “Datums”

英語の名詞の多くは、語の末尾に“s”や“es”をつけて複数形を作る。たとえば、Flower [花] が flowers となるのがその一例である。しかし、名詞“datum”の複数形はラテン語文法にしたがいが、語の末尾“um”が“a”に変化して、複数形の data となる。同じように語尾が変化して、複数形をつくる英語名詞には、gymnasium, maximum, minimum などがあり、それぞれの複数形は gymnasia, maxima, minima となる。

ところが“生層序学の時代”に創造された datum の複数形は、このラテン語文法の規則に従わず、あるいは誤って英文法を用いるという方法で、語の末尾に単に“s”を付して“datums”という単語にする方法であった。この新造の単語は、文法を誤っているにもかかわらず、なぜか厳しい査読制度を採用しているはずの科学誌にも広く掲載されている。

生層序学における Datum は、一連の地層の中に含まれる化石内容に、重要でしかも顕著な変化が起こった層準を指す用語である。このような変化の一つ、種の出現・絶滅は、進化史の中で不可逆的に起こる変化と考えられ、その層準がそのまま時間の指示面 (Biohorizon) をつくり、異なる層序間の同時間面を確立するための基準とされている。

一方、Datum の複数形 data の語は、資料、データなどを意味する言葉として用いられることが多く、しばしば集合名詞的に扱われる。その結果、data は、本来 datum の複数形として派生したのに、“This data is very interesting.”のように、独立した単数名詞として扱う人々があらわれるようになった。Dictionary of American English によると、data が単数名詞と誤用された最初の例は1807年にさかのぼるといふ。また Longman Dictionary of Contemporary English は、data を単数名詞とする用法は、かなりの人々が誤りだと考えていると注記している。

恐らく、はじめは一つの名詞の単なる単数形と複数形であった datum と data が、歴史の流れの中でしだいに独立した意味をもつようになり、そこで複数形を失ってしまった datum の単語に、英語の用法に良く見られる“s”を付す

ことで“datums”という複数形が創造されたのではと想像される。

この複数形を創造したのが誰かを、私は突き止めていない。しかし、国際層序ガイド (Hedberg, ed., 1976) が、生層準 (Biohorizon) の議論の中で、過去に使われた、生層準に相当する語の一つに“datums”を挙げていることから、1976年頃までには、かなり広く知られた用語であったと想像できる。ちなみに、新生代の生層序区分を総括した Berggren (1995) は、生層準に“Datum events”の語を当てて表現している。

### ラテン語文法の軽視

生物に与えられる学名には、動物と植物のそれぞれについて、「国際動物命名規約」、「国際植物命名規約」という国際的な約束があり、それにしたがいが、属名と種名からなる二語名をラテン語で表記して命名するように定められている。その際、属名はラテン語名詞であることが条件であるが、種名については形容詞が望ましいが、名詞であっても許されるとされている。二語名にはもう一つ条件があり、学名はラテン語で書かれるから、属名の名詞と形容詞である種名の性が一致していなければならない。

浮遊性有孔虫 *Globigerina rubra* d'Orbigny は、赤い色素で殻がいろどられた種で、熱帯-亜熱帯の海洋中の表層10mの水深に住んでいる。海洋の表層近くに生息する種だから、この種の殻中の酸素同位体比を測定することで、過去の海洋表層水の温度変化を再現するのに広く用いられる。d'Orbigny はこの種を、カリブ海のキューバ島の海岸の砂の中に発見し、グローブ(球)をつくる虫の意の、ラテン語属名 *Globigerina* と、赤い色をしたという形容詞“*rubra*”を組み合わせ、種の学名とした。属名が女性名詞であるから、種名の形容詞が女性の語尾になっている。

その後、この種は、真の *Globigerina* 属とは殻のつくりが異なるとして、あらたに *Globigerinoides* 属に再分類されることになった。ここで問題となったのは *Globigerinoides* 属の性は何かである。Hemming (1958) は、“擬似の”あるいは“まがいの”を意味するラテン語の語尾“-oides”は男性名詞をつくる語尾だと論をはった。これに対して、イタリア生まれで大学院までの教育をこの国で受けた Emiliani (1971) は、“-oides”の語尾には、性を決める働きは無く、語幹の語の性をそのまま引き継ぐのがラテン語の文法であると Hemming に異議を唱えた。それで、彼は、種名“*rubra*”は *Globigerinoides* 属のもとでも性変化をすることはなく、最初記載されたように *Globigerinoides rubra* (d'Orbigny) であるべきだと主張した。

1985年に出版された国際動物命名規約、第3版は、深い議論も無しに Hemming (1958) の見解を採用し、“-oides”は男性語尾であると裁定した。したがって、d'Orbigny が記載した種は、現在、男性名詞の属名と結びついていることから、女性形種名“*rubra*”が男性形の“*ruber*”へと性

変化して、*Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) と記されることが多い。

「生層序学の時代」の幕開けの頃には、生層序区分の手段として用いられる化石の学名が、ラテン語の文法を遵守してつくられているかをチェックする“watchdog”の役目をつとめる研究者がまだ残っていた。たとえば、石灰質ナノプランクトンについての Loeblich and Tappan (1973 – その後数年にわたり論文が発表された) の一連の論文などは、その好例である。しかし、生層序区分が、海洋地質学や古気候学の研究者などにも使用され、堆積物の時系列尺度と同等に扱われるようになると、化石の名称は単なる符号とする見方や、“番号化石帯”を用いて学名の使用自体を避けるような動きがあらわれるようになった。このような状況のなかで、一つの学名をつくるラテン語の属と種名の性が一致しているか等々に、ほとんど、注意が注がれなくなってきた。

国際動物命名規約、第3版 (1985, p. xix) では、学名とラテン語文法について特に言及し、将来ラテン語使用の放棄までも視野に入れた議論が必要であると指摘している。しかし、1999年に出版された国際動物命名規約、第4版では、この問題についての議論はなされず、ラテン語の単語の末尾の綴りの、性差による違いを知る早見表が付されただけで止められている。

今日世界で最も多数の人々が話したり書いたりする言語が英語であり、その英語の文法に性が無いことからすると、学名のラテン語の性に注意を向けさせるようなことは、今後ますます困難になるのではと案じられる。

### 番号化石帯の提唱

生層序学の研究の出発点は、一連の地層に含まれる古生物相 (化石) の特徴にもとづいて、化石帯 (Zone) と呼ばれる生層序単元に区分して行くことにある。その生層序単元は、化石の特徴によって識別される地層体であるから、特徴的な化石のなかの1か2種のラテン語名と、古生物相の内容を示す術語、たとえば群集帯 (Assemblage Zone) や区間帯 (Range Zone) などを組み合わせて名づけられる。

そこで、これらの名称を正式に記載しようとする *Globorotalia* (*Turborotalia*) *acostaensis acostaensis* - *Globorotalia* (*G.*) *merotumida* Partial-range-zone のように、やたらと長く扱い難い表現になる。

このような扱い難い化石帯の名称が問題だとして、それを解決しようと考えたのが、ブリティッシュ石油 (BP) 会社に働いていた F. T. Banner と W. H. Blow であった。彼らは1965年、浮遊性有孔虫による新第三系の生層序区分を設定し、新第三系を、最下位のN. 1帯から最上位のN. 23帯まで、番号を冠した23の化石帯に区分した。ここで番号化石帯の頭のNは、“Neogene”のN文字をとったものである。Blowから直接聞いた話では、このような番号帯が良いと考えたのは、油田開発の技術者達のあいだで、浮遊性有

孔虫生層序が石油胚胎層の層序的な位置づけのための時系列尺度として重用されるなかで、ラテン語種名付きの化石帯が技術者達になかなか記憶されなかったことと、種名を冠した化石帯のみでは層序の中での上下関係が直接判断できないというのが理由であった。

Banner and Blow (1965) の論文には、番号帯に加えて、化石種のラテン語名を使った正式な帯も定義されている。このような化石帯の記載の仕方は、その頃、英国内で制定されていた層序ガイドにしたがっている。しかし、多くの研究者に使われるようになったのは、番号表示の帯の方であった。その後、石灰質ナノ化石や珪藻など、他の浮遊性微化石についても番号化石帯が設定されるようになって行った。

1976年、英国や北米大陸で各個に制定されていた層序ガイドが統一され、国際層序ガイド (Hedberg, editor) が出版された。その中にも、生層序単元の命名法についての詳しい規定が設けられている。それによると、化石帯は、帯を特徴づける化石種のラテン語の学名を付して命名するきまりになっている。しかし、その頃までには、番号帯の使用がすでに広く行われていて、これを禁止するのは難しい状況になっていた。そこで、番号帯は“informal”な名称として容認するという便法がとられている。

番号化石帯は、その番号から、層序上の位置が即判断できるという利点をもっている。しかし、ひとたび層序上の位置づけを誤ると、番号帯の序列全体が狂ってくるという欠点をもっている。Banner and Blow の番号帯にも、大きな落とし穴が待っていた。第一は、彼らが新第三系の下限とした層準がその後上方修正され、N. 1からN. 3の帯が、古第三系に移されたことであった。おかげで彼らの新第三系の生層序単元は最初の3帯を欠き、N. 4 から始まることとなった。第二には、N. 21帯の上位に来るべきはずのN. 20帯が誤って下方に序列され、そこで化石帯の層序は、N. 19の直上にN. 21があつて、さらにN. 21の上位にN. 20が来るという、帯区分が途中で逆転していることが明らかになった。

異分野の研究者との交流をはかろうと、化石名を外すことを目的に考案された番号化石帯、序列が狂うと大きな問題が起こってくる。

### 層序学の二系統の術語は護られるか

生層序学を網羅する広義の層序学の、研究分野創設以来用いられてきた二系統の術語が、存亡の危機にさらされている。

層序学の研究分野には、岩層の層序区分を記述するために二系統の階層性のある術語が設けられてきた。第一が、岩層の重なりを基準に定義された術語で、大単元から順に界 (Erathem), 系 (System), 統 (Series), 階 (Stage), が設けられている。第二が、岩層形成の開始と終了の年代を基準に定義された、代 (Era), 紀 (Period), 世 (Epoch),

期 (Age) の名称である。これら二系統の名称がどう異なるかは、言葉の上だけではなかなか説明が難しい。しかし、それぞれをさらに細かな単元に区分しようとする時、どのような形容詞が用いられるかをみると、その違いが明らかになってくる。第一系統の定義の基準になったのは、岩層の積み重なりであるから、それらを細分する際には、上部、下部が用いられ、第二系統は、年代尺度と比べた位置づけであるから、前期、後期が用いられる。

さらに、岩層の層序区分を、階 (Stage) 以下のレベルの単元に細分するために、岩質の差異を基準に識別する、岩相層序単元が設けられている。岩相層序単元の名称にも階層性があり、高次のものから順に、層群、層、部層、単層、などに体系化される。そして、単層をのぞく、部層より高次の単元については、岩層がもっとも典型的に分布している地域の地名を冠して命名する、決まりになっている。

層序学の研究が地球の陸域のみを対象にしている間は、このような用語の体系に問題が起きることはなかった。ところが深海底掘削計画が開始され、層序学の研究が地表の70%を占める海洋底に広がると、大きな問題が起こってきた。1969年、グローマー・チャレンジャー号の第3次航海は、南大西洋で海底掘削を行い、Hsü (in Maxwell *et al.*, 1970) は、この航海で得られた堆積層を“陸上の岩層に用いられる規則”にしたがって層序区分を行った。それらの堆積層は、層に分けられ、各層は海洋大航海時代の探検船の名を冠して“Albatross Ooze”, “Blake Ooze”などと名づけられた。南大西洋の掘削地域には、地理的な名称は、大西洋中央海嶺という名が一つあるだけだったから、地層全部を呼ぶに足る数の地名が無かったからである。しかし、その後海洋底の研究が進んでも、Hsü の命名法を踏襲する論文は一つも現れなかった。また層序学の方法論として国際的に同意がなされている、「岩 (堆積) 層は、層や層群などに区分され、地名を冠して呼ばれる」という決まりも全く実行されることはなかった。

われわれが海底下の岩 (堆積) 層を観察できるのは、多くの場合、海底に下ろされた掘削孔から回収される、直径10センチにも満たないコアだけである。ひとたびコアが失われると、海底下の層序をさぐる唯一の手段は、記録として残された岩相の記載と解析された生層序区分があるだけである。このような現状の中では、海洋底に横たわる堆積層を、層序として上部、下部と認識するよりも、確立された生層序を基準に、どの年代の堆積物とする方がより理解

が得られ易い。

さらに、地球物理学、地球化学など、異分野の研究者が海洋底の研究に参加するようになって、年代と岩層の重なりという異なった基準をもとに定義された層序学の二系統の名称は、理解されるのが難しくなっていた。著名な研究者が書いた原稿が査読のために送られて来て“...sediments of <upper> Miocene age unconformably overlies ..

.....”のような表現があるのに驚いたことがある。層序学の二系統の名称を混交して書いているのである。

英国で海洋底の研究に従事している一群の研究者達は、2004年、冒頭に挙げたような層序学の二系統の名称を統合し、代、紀、世、期という年代を示す系列の語のみを残そうという提案を行っている (Zalasiewicz *et al.*, 2004)。彼らは、層序学の研究目的には、年代を示す術語だけで十分コミュニケーションが可能だと主張している。

## 文献

- Banner, F. T. and Blow, W. H., 1965. Progress in the planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene. *Nature*, **208**, 1164-1166.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.-P. and Hardenbol, J., eds., 1995. *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Special Publication, (54), 386 p.
- Emiliani, C., 1971. Isotopic paleotemperatures and shell morphology of *Globigerinoides rubra* in the type section for the Pliocene-Pleistocene boundary. *Micropaleontology*, **17**, 233-238.
- Hedberg, H. D., ed., 1976. *International stratigraphic guide* (国際層序ガイド, 第1版) . 200 p., John Wiley and Sons, New York.
- Hemming, F., ed., 1958. Determination of the gender to be attributed to generic names having the termination “-ides”, “-ites” or “-oides”. *Internat. Comm. Zool. Nomencl., Opinions and Declarations*, **19**, 19-28. *International Code of Zoological Nomenclature*, 3rd Ed. (国際動物命名規約, 第3版), 1985. 338 p., Internat. Trust Zool. Nomencl., London.
- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1973. Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton VII. *Jour. Paleontology*, **47**, 715-759.
- Maxwell, A. E., Von Herzen, R. P., Hsü, K. J., Andrews, J. E., Saito, T., Percival, S. F., Jr., Milow, E. D., and Boyce, R. E., 1970. Deep sea drilling in the South Atlantic. *Science*, **168**, 1047-1059.
- Martinsson, A. 1975. Editor's column: Planktic, nektic, benthic. *Lethaia*, **8**, 193-194.
- Mercer, J. H., 1978. West Antarctic ice sheet and CO<sub>2</sub> greenhouse effect: a threat of disaster. *Nature*, **271**, 321-325.
- Muir, M. D., Walter, M. R. and Jackson, M. J., 1979. Origin of the Metazoa. *Nature*, **278**, 580.
- Simpson, J. and Weiner, E., eds., 1993. *Oxford English Dictionary Additions Series*, **1**, 334 p., Clarendon Press, Oxford.
- Zalasiewicz, J. *et al.*, 2004. Simplifying the stratigraphy of time. *Geology*, **32**, 1-4.